

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-178388

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

H02P 6/18
H02P 6/08

(21)Application number : 09-356120

(71)Applicant : FUJITSU GENERAL LTD

(22)Date of filing : 09.12.1997

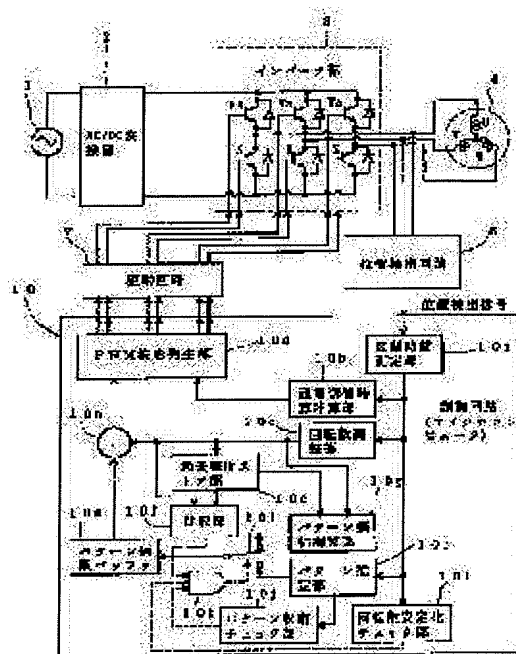
(72)Inventor : OHARA YOSHIYUKI

(54) CONTROL METHOD FOR BRUSHLESS MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably and smoothly drive a motor by canceling the and fluctuations of a brushless motor and performing a process for appropriately canceling the fluctuations.

SOLUTION: This control circuit 10 for a brushless motor 4 performs PWM control of an inverter section 3, by detecting the rotor position from a voltage induced in an armature winding and corrects the PWM waveform through estimating a correction pattern corresponding to the fluctuations of a load so that the voltage being applied to the motor can be varied thus canceling pulsation of the load. A pattern convergence checking section 10j detects the converged state of correction pattern and determines correction stop of applying voltage using the mean absolute value of the fluctuations in respective sections as an evaluation value of converged state. Subsequently, a switching section 10i is turned to the pattern amplitude regulating section 10g side via an OR section 10k, and a regulation pattern obtained by multiplying an estimated correction pattern by the ratio of the current and past applying voltages in a past voltage store 10e is employed, in place of the estimated correction pattern.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A position of a rotator of the brushless motor is detected using induced voltage generated in an armature winding of a non-current-carrying phase of a brushless motor, While changing energization of an armature winding of said brushless motor based on this detecting position, A value of an amendment pattern according to load pulsation is presumed at said every detecting position interval (section), While it is the control method of a brushless motor which amends impressed electromotive force of said brushless motor with this amendment pattern, and carries out the roll control of said brushless motor and a changed part of said load pulsation detects a convergence state of said amendment pattern, Average value of the number of predetermined sections is computed about a changed absolute value (value of an amendment pattern) of each section, A control method of a brushless motor characterized by having made this average value into an evaluation value of said convergence state, and making it suspend amendment of impressed electromotive force by said estimated correction pattern at least when this evaluation value is smaller than a predetermined value.

[Claim 2]When amendment of impressed electromotive force by said estimated correction pattern is suspended, A control method of the brushless motor according to claim 1 which multiplies said estimated correction pattern by a ratio of the present impressed electromotive force and the past impressed electromotive force, adjusts the estimated correction pattern, and amended said impressed electromotive force with this adjustment amendment pattern.

[Claim 3]A control method of the brushless motor according to claim 1 which adjusts said estimated correction pattern while number of rotations of said brushless motor is changing, and amended said impressed electromotive force with this adjustment amendment pattern.

[Claim 4]A control method of the brushless motor according to claim 3 that adjustment of said estimated correction pattern multiplies the estimated correction pattern by a ratio of the present impressed electromotive force and impressed electromotive force (memorized impressed electromotive force) of said past while memorizing said impressed electromotive force, when obtaining said estimated correction pattern or an adjustment amendment pattern.

[Claim 5]A control method of the brushless motor according to claim 1 which presumed said amendment pattern, amended said impressed electromotive force while changing load of said brushless motor gently, adjusts said amendment pattern and amended said impressed electromotive force while changing said load rapidly.

[Claim 6]A control method of the brushless motor according to claim 1 which was made to perform estimation processing of said amendment pattern when change of impressed electromotive force of said brushless motor or AC voltage of the device concerned could be small, and said number of rotations could be stabilized and said amendment pattern could not be found in a convergence state.

[Claim 7]Impressed electromotive force (change of AC voltage of the device concerned is also included) of said brushless motor is small, Inside of conditions that three number of rotations of said brushless motor is stabilized, and said amendment pattern cannot be found in a convergence state, A control method of the brushless motor according to claim 1 which multiplies said amendment pattern by a ratio of the present impressed electromotive force and

the past impressed electromotive force, and adjusted the amendment pattern when not satisfying at least one condition.

[Claim 8]A control method of the brushless motor according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7 which was made to perform said processing with a time interval set up beforehand.

[Claim 9]A control method of the brushless motor according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, or 8 kept from performing said processing when number of rotations of said brushless motor was out of a range set up beforehand, or when there was no number of rotations of said brushless motor at the time of a low rotational frequency.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the control technique of a sensor loess direct-current brushless motor (it is hereafter described as a brushless motor) used for motors, such as an air conditioner (compressor), and relates to the control method of the brushless motor it was made to offset load pulsation in detail especially.

[0002]

[Description of the Prior Art]In the control method of a brushless motor, the induced voltage waveform and reference value which are generated, for example in the non-current-carrying phase of the brushless motor of three phase 4 pole are compared, and the energization patterns of an armature winding are changed based on the zero crossing point (the so-called detecting position point of a rotator) of this comparison result. Rotation can be made to maintain efficiently if it changes from a detecting position point to energization of the following phase with some delay at this time. As some of this delay phase, the value of 30 degrees or less is taken by an electrical angle. Therefore, in the roll control by the microcomputer mentioned later, time to be equivalent to the value of 30 electrical angles or less based on the average of the past detecting position interval or two or more past detecting position intervals is computed, and energization is changed from the time of a detecting position point with the calculating time progress.

[0003]Therefore, the control device shown, for example in drawing 5 is required. This control device changes AC power supply (power supply of AC voltage) 1 into predetermined DC power supply by the AC/DC converter 2, switches these DC power supply by the switching element Ua of the inverter part 3, Va, Wa, X, Y, and Z, and supplies it to the armature winding of the brushless motor (DCM) 4. The position detecting circuit 5 compares the induced voltage waveform (induced voltage waveform generated in a non-current-carrying phase) and reference value which are included in the terminal voltage of the armature winding U, V, and W of the brushless motor 4, and 1/2 point of the induced voltage waveform is detected, A position detection signal including this 1/2 point is outputted to the control circuit (it mainly consists of microcomputers) 6.

[0004]The control circuit 6 detects 1/2 point (detecting position point of a rotator) of induced voltage with the edge (rising falling edge) of an input position detection signal, and computes a detecting position interval by this detecting position time and the last detecting position time. Time to be equivalent to the value of 30 electrical angles or less by the past detecting position interval, for example is computed, this calculating time is added to this detecting position time, and the next energization switching time is presumed. And if this estimated time comes, in order to change energization, a predetermined driving signal will be outputted to the inverter part 3 via the drive circuit 7. Since the switching element Ua of the inverter part 3, Va, Wa, X, Y, and Z are changed, that is, energization of the armature winding U, V, and W is changed appropriately by this, an efficient roll control becomes possible.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in the control method of said brushless

motor, if load is changed, it will originate in it, velocity turbulence will arise in the brushless motor 4, as a result, mechanical oscillation will occur in the brushless motor 4, there will be only no generating of noise, and smooth rotation will not be performed. That is, when pulsation exists during a regular change, i.e., 1 rotation, for example like the compressor load of an air conditioner, it is because the optimal energization switching timing also changes with the pulsation.

[0006]A noise occurs at the time of energization switching, and, for a certain reason, that an incorrect detecting position happens by this noise is also carrying out the mask of the position detection signal between fixed time from energization switching at least (refer to drawing 6 (b) and (d)). A regular detecting position point can be acquired without applying a mask to a detecting position point, if it is usually rotation as shown in drawing 6 (a). However, as shown in drawing 6 (c), induced voltage will change with the pulsation mentioned above, the detecting position point that a mask is regular will be hidden, an incorrect detecting position will happen by this, and the worst power swing and a stop will be caused.

[0007]For example in the case of the compressor of an air conditioner, etc., it divides roughly, it has a rotational variation of the rotation unevenness by a position detection error, ripple torque, etc., and a change number-of-rotations synchronous [by compression operations], and latter one can be said to be change (pulsation) generated in general periodically. In order to suppress this load pulsation, what is necessary is to detect a rotational variation and just to presume the amendment pattern of the impressed electromotive force of the brushless motor 4, and if it is moreover impressed electromotive force at the fixed time, that amendment pattern can be used. However, when there is change of input AC power (AC voltage), for example, by the amendment pattern, it not only cannot suppress load pulsation, but, Fault also becomes vibration emits conversely by a torque control, that is, arises in the estimation processing of an amendment pattern, and the power swing of the result brushless motor 4 and a stop will be caused.

[0008]In the bottom of the loaded condition in which this invention is made in view of said technical problem, and the pulsation of that purpose exists, While offsetting load pulsation appropriately, without producing the fault by the estimation processing of an amendment pattern, The motor drive stabilized without the power swing or the stop can be performed, vibration and noise are suppressed by extension, and it is in providing the control method of the brushless motor which enabled it to carry out a smooth roll control to stability.

[0009]

[Means for Solving the Problem]In order to attain said purpose, this invention detects a position of a rotator of the brushless motor using induced voltage generated in an armature winding of a non-current-carrying phase of a brushless motor, While changing energization of an armature winding of said brushless motor based on this detecting position, A value of an amendment pattern according to load pulsation is presumed at said every detecting position interval (section), While it is the control method of a brushless motor which amends impressed electromotive force of said brushless motor with this amendment pattern, and carries out the roll control of said brushless motor and a changed part of said load pulsation detects a convergence state of said amendment pattern, Average value of the number of predetermined sections is computed about a changed absolute value (value of an amendment pattern) of each section, and this average value is made into an evaluation value of said convergence state, and when this evaluation value is smaller than a predetermined value, it is characterized by making it suspend amendment of impressed electromotive force by said estimated correction pattern at least.

[0010]In this case, when amendment of impressed electromotive force by said estimated correction pattern is suspended, it is good to multiply said estimated correction pattern by a ratio of the present impressed electromotive force and the past impressed electromotive force, to adjust the estimated correction pattern, and for this adjustment amendment pattern to amend said impressed electromotive force.

[0011]It is good to adjust said estimated correction pattern, while number of rotations of said brushless motor is changing, and for this adjustment amendment pattern to amend said impressed electromotive force. When obtaining said estimated correction pattern or an adjustment amendment pattern, while memorizing said impressed electromotive force,

adjustment of said estimated correction pattern is good to multiply the estimated correction pattern by a ratio of the present impressed electromotive force and impressed electromotive force (memorized impressed electromotive force) of said past.

[0012]While presuming said amendment pattern, amending said impressed electromotive force, while changing load of said brushless motor gently, and changing said load rapidly, it is good to adjust said amendment pattern and to amend said impressed electromotive force.

[0013]Change of impressed electromotive force of said brushless motor or AC voltage of the device concerned is small, and when said number of rotations is stabilized and said amendment pattern cannot be found in a convergence state, it is good to perform estimation processing of said amendment pattern.

[0014]Impressed electromotive force (change of AC voltage of the device concerned is also included) of said brushless motor is small, It is good to stabilize number of rotations of said brushless motor, to multiply said amendment pattern by a ratio of the present impressed electromotive force and the past impressed electromotive force, when not satisfying at least one condition among conditions that three said amendment pattern cannot be found in a convergence state, and to adjust the amendment pattern.

[0015]Said processing is good to carry out with a time interval set up beforehand. When number of rotations of said brushless motor is out of a range set up beforehand, or when there is no number of rotations of said brushless motor at the time of a low rotational frequency, it is good to be made not to perform said processing.

[0016]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, this embodiment of the invention is described in detail with reference to drawing 1 thru/or drawing 4. Among drawing 1, identical codes are given to drawing 5 and identical parts, and duplication explanation is omitted. While the control method of the brushless motor this invention presumes the amendment pattern for offsetting the pulsation under 1 rotation and amends impressed electromotive force, An amendment pattern is adjusted to change of input AC power (AC voltage), etc., It is required to change the change of the estimation processing of an amendment pattern and the regulated treatment of an amendment pattern the optimal, and to perform the processing appropriately, and it notes that the motor drive smoothly stable by this becomes possible.

[0017]For example, although the estimation processing of an amendment pattern computes the value which detects the rotational variation of the brushless motor 4 and amends impressed electromotive force, the method of generating an amendment pattern based on the difference of a rotational variation, and offsetting pulsation is adopted. The regulated treatment of an amendment pattern adopts the method of multiplying the amendment pattern generated with said technique to change of AC voltage, etc. by the fluctuation ratio (impressed electromotive force of the present impressed electromotive force/past) of impressed electromotive force, adjusting the amplitude of an estimated correction pattern, and adjusting torque control voltage.

[0018]By the way, if it is in the estimation processing of an amendment pattern, the correction voltage value for offsetting the pulsation under 1 rotation is computed for every section, this correction voltage value amends the voltage width of the present PWM waveform, and pulsation is offset. Thus, it will excite by positive feedback and a changed part of a rotational variation (rotation pulsation) will be oscillated, if pulsation may lose its shape with the correction voltage generated naturally, since correction voltage is generated as the original form of an amendment pattern, and the power swing of the brushless motor 4, etc. may be caused.

[0019]That this phenomenon appears notably is the neighborhood which offset pulsation, that is, it is a case where it becomes to such an extent that pulsation did not exist. Therefore, in velocity turbulence other than pulsation, for example, the change and the sudden load change by a position detection error, the fault mentioned above happens and, as a result, an estimated correction pattern is confused. Therefore, in the algorithm in amendment pattern estimation processing, since it is not preferred to carry out self-focusing, pulsating convergence is judged, before carrying out self-focusing. In this case, as shown in drawing 3, in amendment pattern estimation processing, the original-form pattern (refer to the upper waveform of drawing 3) of an amendment pattern is calculated based on the difference of a rotational variation, but if

estimation processing progresses sequentially, that pattern will approach 0. Then, the absolute value (refer to the lower waveform of drawing 3) of the value of the arbitrary sections (for example, 12 sections) of an amendment pattern is equalized, this is obtained by a formula with the one following, and it is considered as the evaluation value e.

[0020]

[Equation 1]

$$e = \left(\sum_{n=0}^{M-1} |P_n| \right) / M$$

P_n : 回転脈動パターン(補正パターン)

M : 区間数、添字 0 ~ M - 1

[0021]If convergence progresses in this formula, e will approach 0. The reference value c (>0) beforehand set to this evaluation value e is compared, if it is $e < c$, it will be regarded as pulsating convergence and presumption of the amendment pattern concerned will be stopped. During presumption of an amendment pattern, deviation arises to an original-form pattern by a certain disturbance, for example, change of number-of-rotations instructions, change of AC voltage, and change of an average load produce the deviation.

[0022]Change of number-of-rotations instructions is considered as a phenomenon as shown in drawing 4. In drawing 4, the one waveform of the PWM square wave is shown by two pulses, and the case where number-of-rotations instructions are going up is explained. Since the value (correction voltage) of the amendment pattern which offsets load pulsation tends to increase with the rise of number of rotations, it should just also make a pulsating correction voltage ingredient increase with the increase in a DC voltage component (voltage which drives a motor by constant rotation). Therefore, since it can be coped with by the same processing as change of AC voltage, it can carry out by the regulated treatment of an amendment pattern. That is, the amplitude of a guess amendment pattern is adjusted with the ratio of the past impressed electromotive force and the present impressed electromotive force.

[0023]What is necessary is just to carry out by regulated treatment of an amendment pattern mentioned above about change (change in connection with impressed electromotive force) of AC voltage. About change of an average load value, when an average load (average load including pulsation or other change) is changing very gently, it can carry out by estimation processing of an amendment pattern. However, the influence of the average load appears in variable field tally mark applied voltage rapidly, namely, influence by a constant roll control loop appears. Then, what is necessary is just to carry out by regulated treatment of an amendment pattern like a case of change of number-of-rotations instructions, and change of AC voltage.

[0024]Therefore, as shown in drawing 1, a control device with which a control method of a brushless motor this invention is applied is provided with the control circuit (a microcomputer is included) 10 which performs processing mentioned above besides a function of the control circuit 6 shown in drawing 6. If it explains concretely, the control circuit 10 will measure detecting position interval (section) time by the block-time test section 10a with a position detection signal from the position detecting circuit 5. While computing the following energization switching timing by the energization switching time calculation part 10b based on this measurement section time, Width (pressure value) of a PWM waveform is changed so that it may become a rotating speed command by the number-of-rotations controller 10c, a driving signal of a PWM waveform is generated in the PWM waveform generating part 10d with variable width of said energization switching timing and a PWM waveform, and it outputs to the drive circuit 7. That is, it is for controlling number of rotations of the brushless motor 4 to a command value as usual.

[0025]The control circuit 10 is provided with the following.

The past voltage store part 10e which memorizes a pressure value adjusted by the number-of-rotations controller 10c.

The comparing element 10f which compares this memorized pressure value with the present adjustment voltage value.

The pattern amplitude adjustment section 10g for adjusting an amendment pattern based on a ratio with a pressure value of the past memorized in the present pressure value and said past voltage store part 10e.

The pattern estimating part 10h which presumes an amendment pattern in order to offset pulsation under 1 rotation based on block time measured by said block-time test section 10a, The number-of-rotations stabilization check part 10i which checks a stable state of number of rotations by comparison with number of rotations and a number-of-rotations command value which were acquired based on block time measured by said block-time test section 10a, The pattern convergence check part 10j which supervises a convergence state of an amendment pattern presumed by said pattern estimating part 10h by comparison with said results of an operation e and c, The and part 10k which takes logical sum of a checked result in a comparison result in said comparing element 10e, said number-of-rotations stabilization check part 10i, and the pattern convergence check part 10j, The switching part 10l which changes to pattern amplitude adjustment processing at least with the output of this and part 10k, The pattern preservation buffer 10m which saves an amendment pattern or an adjusted amendment pattern (for example, pattern for one rotation (pressure value)) via this switching part 10l, The adder unit 10n which adds a pressure value (positive or negative pressure value) saved at this pattern preservation buffer 10m to a pressure value adjusted by said number-of-rotations controller 10c.

[0026]Next, operation of a control device of said composition is explained in detail with reference to a flow chart figure of drawing 2. First, it is judged whether the control circuit 10 is the number of rotations of torque control one (step ST1). For example, when the time of starting of the brushless motor 4 or number of rotations has not reached target revolving speed (rotating speed command), it is considered as torque control OFF, and the routine concerned is not performed. At the time of unnecessary number of rotations of a torque control, it is considered as torque control OFF, that is, may not be made not to perform the routine concerned. That is, it is because calculation speed of a microcomputer of the control circuit 10 is needed with a rise of number of rotations, so the capability can be turned to other processings (for example, calculation processing of energization switching time, etc.).

[0027]And if number of rotations of the brushless motor 4 reaches a rotating speed command, in order to offset pulsation, torque control one will be used, it will progress to step ST2, and it will be judged whether it is the updating time of an amendment pattern. When impressed electromotive force is amended with an amendment pattern obtained by amendment pattern estimation processing or amendment pattern amplitude adjustment processing mentioned above, after an effect of the amendment demonstrates this and transient state after updating is stabilized as for it, it is for obtaining the following amendment pattern. This updating time may be the time interval set up beforehand.

[0028]Then, it is judged whether conditions of $e < c$ which was got blocked and mentioned above whether an amendment pattern would converge are satisfied (step ST3). If it is not $e < c$, since an amendment pattern is not converging, he will follow the switching part 10l to step ST4 as with the pattern estimating part 10h side, and it will be judged whether AC voltage is changed. judgment of change of this AC voltage compares the present voltage (adjusted voltage) with the past voltage, and when small [that comparison result is below a predetermined value, and] getting it blocked, suppose that change has not arisen it in AC voltage. In this case, the switching part 10l is considered as as [the pattern estimating part 10h side] like the above-mentioned.

[0029]While not changing AC voltage, it progresses to step ST5 and it is judged whether it is rotating by whether the present number of rotations is stable and constant rotation that is,. This is not stabilized when a comparison result of the present number of rotations and instructions (number-of-rotations command value), i.e., the difference, is large, but when the difference is small, it judges that it is stable. When the present number of rotations is stable (i.e., when the constant roll control of the brushless motor 4 is carried out by changing PWM width of an output PWM driving signal, and doubling number of rotations with a command value), The switching part 10l will be considered as as [the pattern estimating part 10h side], it will progress to step ST6,

and pattern estimation processing will be performed.

[0030]By this amendment pattern estimation processing, by amendment pattern processing, as mentioned above, a correction voltage value for offsetting pulsation under 1 rotation is computed for every section, and an amendment pattern of these correction voltage value is stored in the pattern preservation buffer 10m (step ST3). Since this stored amendment pattern amends voltage width of the present PWM waveform, pulsation can be offset. Since said amendment pattern will be updated for every updating time by step ST2, pulsation can be offset promptly. At this time, among Steps ST3 thru/or ST5, the switching part 10l is changed to the amendment pattern amplitude adjustment section 10g side, and amendment pattern amplitude adjustment processing is performed also by one condition (step ST7).

[0031]In step ST3, when it judges that an amendment pattern is converging (i.e., when conditions of $e < c$ are satisfied), an amendment pattern is not presumed, but the present amendment pattern is adjusted. Since an amendment pattern is converging mostly, it does not perform, but it is got blocked and amendment pattern amplitude adjustment processing may be skipped. In step ST4, when it judges that AC voltage was changed (i.e., when a difference of the present impressed electromotive force and the past impressed electromotive force is larger than a predetermined value), the present amendment pattern is adjusted. That is, it is because it does not have only change of AC voltage that a difference of the present impressed electromotive force and the past impressed electromotive force is larger than a predetermined value and a rapid change of load has taken place. In this case, a prompt corresponding thing can be performed to that change by adjusting the present amendment pattern. In step ST5, while it is got blocked when it judges that number of rotations is not stable, for example, number of rotations is changing by change instructions of number of rotations, the present amendment pattern is adjusted. That is, it is because the amendment pattern will become what does not offset pulsation and offsets transition of number of rotations if a new amendment pattern is presumed (if an amendment pattern is updated).

[0032]In amendment pattern amplitude adjustment processing for adjusting said amendment pattern, a pressure value which changes amplitude of an amendment pattern is computed, and the calculation pressure value is stored in the pattern preservation buffer 10m. Namely, as mentioned above, the present estimated correction pattern (each section for one rotation) is multiplied by an operation value of voltage of the present impressed electromotive force/past, an adjustment amendment pattern is obtained, and it stores in the pattern preservation buffer 10m by making this into an amendment pattern. This stored voltage amends voltage width of the present PWM waveform. Therefore, when it is judged that an amendment pattern is converging in step ST3, Since an amendment pattern will not be presumed, that is, self-focusing will be stopped and an operation value of voltage of the present impressed electromotive force/past is moreover set to about 1, an amendment pattern becomes almost the same as the present estimated correction pattern, and fault does not produce it in the processing concerned. That is, when pulsation is mostly offset with an amendment pattern, it is reflected in an updating amendment pattern, for example by considering change of few number of rotations as pulsation, and the amendment pattern is confused, but it is because the present estimated correction pattern adjusts with an operation value of voltage of the present impressed electromotive force/past.

[0033]Also when it is judged that AC voltage is changed in step ST4, an amendment pattern which offsets pulsation does not collapse. That is, it is from multiplying the present estimated correction pattern by an operation value of voltage of the present impressed electromotive force/past, and considering it as an amendment pattern. Also when it is judged in step ST5 that number of rotations is not stable, as explained based on drawing 4, While changing a DC voltage component by multiplying the present estimated correction pattern by an operation value of voltage of the present impressed electromotive force/past, a pulsating correction voltage ingredient can also be changed, and it is got blocked, for example, impressed electromotive force can be adjusted according to change of a number-of-rotations command value (amendment).

[0034]Thus, while offsetting pulsation, amplitude adjustment of the amendment pattern for the pulsating offset is carried out to convergence by change of AC voltage, a quasistable state of

number of rotations, or the processing concerned, Smoothly stable motor control can be performed without changing estimation processing of the amendment pattern, and amplitude adjustment processing of the amendment pattern appropriately, and causing vibration, emission, etc. If said brushless motor 4 is used for a compressor of an air conditioner, etc., the quality of an air conditioner can be improved.

[0035]

[Effect of the Invention]As explained above, according to the invention of the control method of this brushless motor according to claim 1. The position of the rotator of the brushless motor is detected using the induced voltage generated in the armature winding of the non-current-carrying phase of a brushless motor, While changing energization of the armature winding of said brushless motor based on this detecting position, The value of the amendment pattern according to load pulsation is presumed at said every detecting position interval (section), While it is the control method of the brushless motor which amends the impressed electromotive force of said brushless motor with this amendment pattern, and carries out the roll control of said brushless motor and a changed part of said load pulsation detects the convergence state of said amendment pattern, The average value of the number of predetermined sections is computed about the changed absolute value (value of an amendment pattern) of each section, Since this average value was made into the evaluation value of said convergence state, and it was made to suspend amendment of the impressed electromotive force by said estimated correction pattern at least when this evaluation value was smaller than a predetermined value, While offsetting load pulsation appropriately in the bottom of the loaded condition in which pulsation exists, without producing the fault by amendment pattern estimation processing by convergence of an amendment pattern (preventing vibration by self-proving voltage, and an oscillation), the motor drive stabilized without the power swing or the stop can be performed, As a result, vibration and noise are suppressed and it is effective in the ability to carry out a smooth roll control to stability.

[0036]When amendment of the impressed electromotive force by said estimated correction pattern is suspended in claim 1 according to the invention according to claim 2, Since said estimated correction pattern is multiplied by the ratio of the present impressed electromotive force and the past impressed electromotive force, the estimated correction pattern is adjusted and this adjustment amendment pattern amended said impressed electromotive force, In addition to the effect of claim 1, amendment pattern estimation processing and the regulated treatment (amendment pattern amplitude adjustment processing) of an amendment pattern can be changed appropriately, and vibration and an oscillation can be prevented by the regulated treatment of an amendment pattern.

[0037]Since according to the invention according to claim 3 said estimated correction pattern is adjusted and this adjustment amendment pattern amended said impressed electromotive force while the number of rotations of said brushless motor was changing in claim 1, In addition to the effect of claim 1, vibration by the incorrect estimation processing (estimation processing which is not suitable) of an amendment pattern can be prevented.

[0038]When obtaining said estimated correction pattern or an adjustment amendment pattern in claim 3 according to the invention according to claim 4, while memorizing said impressed electromotive force, Adjustment of said estimated correction pattern multiplies the estimated correction pattern by the ratio of the present impressed electromotive force and the impressed electromotive force (memorized impressed electromotive force) of said past, and since, In addition to the effect of claim 3, it is effective in the ability to prevent certainly vibration by the incorrect estimation processing (estimation processing which is not suitable) of an amendment pattern.

[0039]According to the invention according to claim 5, while changing the load of said brushless motor gently in claim 1, presume said amendment pattern and said impressed electromotive force is amended, Since said amendment pattern is adjusted and said impressed electromotive force was amended while changing said load rapidly, in addition to the effect of claim 1, an amendment pattern can be appropriately adjusted according to a load change, and vibration can be certainly prevented like the effect of claim 4 by extension.

[0040]According to the invention according to claim 6, in claim 1, change of the impressed electromotive force of said brushless motor or the AC voltage of the device concerned is small, Since it was made to perform estimation processing of said amendment pattern when said number of rotations was stabilized and said amendment pattern could not be found in a convergence state, in addition to the effect of claim 1, a suitable amendment pattern will be obtained and load pulsation can be offset appropriately.

[0041]According to the invention according to claim 7, in claim 1, the impressed electromotive force (change of the AC voltage of the device concerned is also included) of said brushless motor is small, The inside of three conditions that the number of rotations of said brushless motor is stabilized, and said amendment pattern cannot be found in a convergence state, Since said amendment pattern is multiplied by the ratio of the present impressed electromotive force and the past impressed electromotive force and the amendment pattern was adjusted when not satisfying at least one condition, In addition to the effect of claim 1, vibration can be prevented [adjusting an amendment pattern appropriately and] certainly, and load pulsation can be offset appropriately.

[0042]According to the invention according to claim 8, in claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7, said processing is added to the effect according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7 which was made to perform with the time interval set up beforehand, After the load offset operation by an amendment pattern is stabilized, the following amendment pattern will be presumed (an amendment pattern updated), and load offset can be performed appropriately.

[0043]When the number of rotations of said brushless motor is out of the range set up beforehand in claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, or 8 according to the invention according to claim 9, Or since it was made not to perform said processing when there was no number of rotations of said brushless motor at the time of a low rotational frequency, if it is at the time of the rise of number of rotations in addition to the effect according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, or 8, need the high speed operation of a microcomputer, but. Since amendment pattern presumption of a microcomputer is not performed, it is effective in the ability to turn it to an operation required for others.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The rough block diagram of the control device which shows the 1 embodiment of this invention and with which the control method of a brushless motor is applied.

[Drawing 2]The rough flow chart figure for explaining operation of the control device shown in drawing 1.

[Drawing 3]The rough amendment pattern drawing for explaining operation of the control device shown in drawing 1.

[Drawing 4]The rough PWM square wave figure for explaining operation of the control device shown in drawing 1.

[Drawing 5]The rough block diagram of the control device of the conventional brushless motor.

[Drawing 6]The rough voltage waveform figure for explaining operation of the control device shown in drawing 5.

[Description of Notations]

- 1 AC power supply (power supply of AC voltage)
- 2 AC/DC converter
- 3 Inverter part
- 4 Brushless motor (sensor loess direct-current brushless motor)
- 5 Position detecting circuit
- 6 and 10 Control circuit (microcomputer)
- 10a Block-time test section
- 10b Energization change calculation part
- 10c Number-of-rotations controller
- 10d PWM waveform generating part
- 10e Past voltage store part
- 10 f Comparing element
- 10 g Pattern amplitude adjustment section
- 10 h Pattern estimating part
- 10i Number-of-rotations stabilization check part
- 10j Pattern convergence check part
- 10k Logical addition part
- 10 l. Switching part
- 10m Pattern preserving part
- 10 n Adder unit

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-178388

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 P 6/18
6/08

識別記号

F I

H 0 2 P 6/02

3 7 1 S

3 7 1 A

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-356120

(22) 出願日 平成9年(1997)12月9日

(71) 出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72) 発明者 尾原 義之

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内

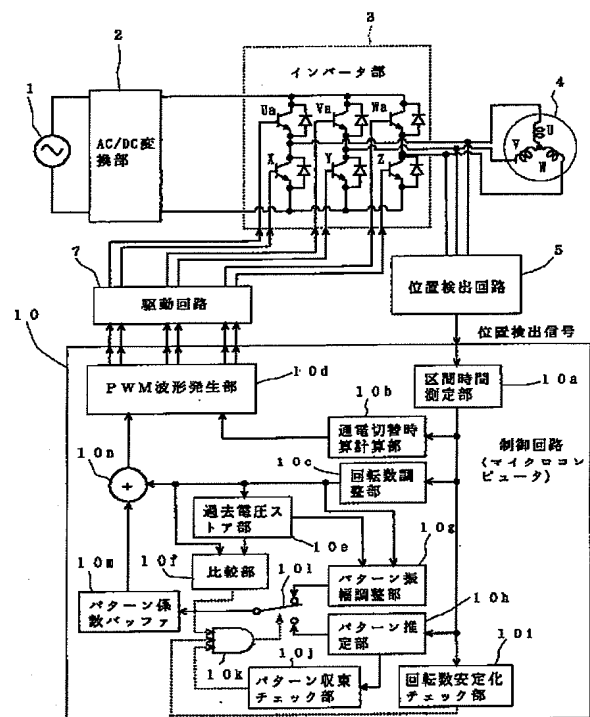
(74) 代理人 弁理士 大原 拓也

(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータの制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ブラシレスモータの負荷脈動を相殺し、脈動相殺のための処理を適切に行い、安定に円滑なモータ駆動を可能とする。

【解決手段】 ブラシレスモータ4の制御回路10は、電機子巻線の誘起電圧により回転子の位置を検出し、インバータ部3をPWM制御する一方、負荷脈動に応じた補正パターンを推定して、PWM波形を補正し、モータの印加電圧を可変とし、脈動を相殺する。パターン収束チェック部10jは、補正パターンの収束状態を検すると共に、各区間の変動分の絶対値の平均値を収束状態の評価値とし、印加電圧の補正の停止を決定して論理和部10kを介して切替部10lをパターン振幅調整部10g側に切り替え、推定補正パターンに代えて、過去電圧ストア10eの現在の印加電圧と過去の印加電圧との比を推定補正パターンに乗じて得た調整パターンを用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ブラシレスモータの非通電相の電機子巻線に発生する誘起電圧を用いて同ブラシレスモータの回転子の位置を検出し、該位置検出をもとにして前記ブラシレスモータの電機子巻線の通電を切り替える一方、前記位置検出間隔（区間）毎に負荷脈動に応じた補正パターンの値を推定し、該補正パターンにより前記ブラシレスモータの印加電圧を補正し、前記ブラシレスモータを回転制御するブラシレスモータの制御方法であって、前記負荷脈動の変化分により前記補正パターンの収束状態を検出するとともに、各区間の変動分（補正パターンの値）の絶対値について所定区間数の平均値を算出し、該平均値を前記収束状態の評価値とし、該評価値が所定値より小さいときには少なくとも前記推定補正パターンによる印加電圧の補正を停止するようにしたことを特徴とするブラシレスモータの制御方法。

【請求項2】 前記推定補正パターンによる印加電圧の補正を停止したときには、前記推定補正パターンに現在の印加電圧と過去の印加電圧との比を乗じて同推定補正パターンを調整し、該調整補正パターンにより前記印加電圧を補正するようにした請求項1記載のブラシレスモータの制御方法。

【請求項3】 前記ブラシレスモータの回転数が推移中であるときには前記推定補正パターンを調整し、該調整補正パターンにより前記印加電圧を補正するようにした請求項1記載のブラシレスモータの制御方法。

【請求項4】 前記推定補正パターンあるいは調整補正パターンを得る際に前記印加電圧を記憶する一方、前記推定補正パターンの調整は現在の印加電圧と前記過去の印加電圧（記憶している印加電圧）との比を同推定補正パターンに乗じてなる請求項3記載のブラシレスモータの制御方法。

【請求項5】 前記ブラシレスモータの負荷が緩やかに変動しているときには前記補正パターンを推定して前記印加電圧を補正し、前記負荷が急激に変動しているときには前記補正パターンを調整して前記印加電圧を補正するようにした請求項1記載のブラシレスモータの制御方法。

【請求項6】 前記ブラシレスモータの印加電圧あるいは当該装置のAC電圧の変動が小さく、前記回転数が安定し、かつ、前記補正パターンが収束状態にないときには、前記補正パターンの推定処理を実行するようにした請求項1記載のブラシレスモータの制御方法。

【請求項7】 前記ブラシレスモータの印加電圧（当該装置のAC電圧の変動も含む）が小さく、前記ブラシレスモータの回転数が安定し、前記補正パターンが収束状態にないの3つという条件のうち、少なくとも1つの条件を満足しないときには前記補正パターンに現在の印加電圧と過去の印加電圧との比を乗じて同補正パターンを調整するようにした請求項1記載のブラシレスモータの

制御方法。

【請求項8】 前記処理は予め設定した時間間隔で行うようにした請求項1, 2, 3, 4, 5, 6または7記載のブラシレスモータの制御方法。

【請求項9】 前記ブラシレスモータの回転数が予め設定した範囲外にあるときには、あるいは前記ブラシレスモータの回転数が低回転数時にないときには前記処理を行わないようにした請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7または8記載のブラシレスモータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は空気調和機（コンプレッサ）等のモータに用いるセンサレス直流ブラシレスモータ（以下、ブラシレスモータと記す）の制御技術に係り、特に詳しくは負荷脈動を相殺するようにしたブラシレスモータの制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ブラシレスモータの制御方法においては、例えば三相四極のブラシレスモータの非通電相に発生する誘起電圧波形と基準値とを比較し、この比較結果のゼロクロス点（いわゆる回転子の位置検出点）をもとにして電機子巻線の通電パターンを切り替える。このとき、位置検出点から若干の遅れをもって次相の通電に切り替えると、効率よく回転を持続させることができる。この若干の遅れ位相としては電気角で30度以下の値をとる。したがって、後述するマイクロコンピュータによる回転制御では、過去の位置検出間隔あるいは過去の複数の位置検出間隔の平均をもとにして電気角30度以下の値に相当する時間を算出し、位置検出点の時刻からその算出時間経過をもって通電を切り替える。

【0003】 そのため、例えば図5に示す制御装置が必要である。この制御装置は、交流電源（AC電圧の電源）1をAC/DC変換部2で所定の直流電源に変換し、この直流電源をインバータ部3のスイッチング素子Ua, Va, Wa, X, Y, Zでスイッチングしてブラシレスモータ（DCM）4の電機子巻線に供給する。位置検出回路5はブラシレスモータ4の電機子巻線U, V, Wの端子電圧に含まれている誘起電圧波形（非通電相に発生する誘起電圧波形）と基準値とを比較して同誘起電圧波形の1/2点を検出し、この1/2点を含む位置検出信号を制御回路（主にマイクロコンピュータからなる）6に出力する。

【0004】 制御回路6は、入力位置検出信号のエッジ（立ち上がり、立ち下がりエッジ）により誘起電圧の1/2点（回転子の位置検出点）を検出し、今回の位置検出時刻と前回の位置検出時刻とにより位置検出間隔を算出する。また、例えば過去の位置検出間隔により電気角30度以下の値に相当する時間を算出し、この算出時間を今回の位置検出時刻に加算して次の通電切り替え時刻を推定する。そして、この推定時刻になると、通電を切

り替えるために所定駆動信号を駆動回路7を介してインバータ部3に出力する。これにより、インバータ部3のスイッチング素子Ua, Va, Wa, X, Y, Zが切り替えられ、つまり電機子巻線U, V, Wの通電が適切に切り替えられるため、効率のよい回転制御が可能となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記ブラシレスモータの制御方法においては、負荷が変動すると、それに起因してブラシレスモータ4に速度変動が生じ、その結果ブラシレスモータ4に機械的振動が発生し、騒音の発生だけでなく、円滑な回転がおこなわれない。すなわち、例えば空気調和機のコンプレッサ負荷のように規則的な変動、つまり1回転中に脈動が存在する場合、その脈動に伴って最適な通電切り替えタイミングも変化するからである。

【0006】また、通電切り替え時にノイズが発生し、このノイズにより誤位置検出が起こることもあるため、少なくとも通電切り替えから一定時間の間位置検出信号をマスクしている(図6(b)および(d)参照)。図6(a)に示すように、通常回転であれば、マスクが位置検出点にかかることもなく、正規の位置検出点を得ることができる。しかし、図6(c)に示すように、前述した脈動により誘起電圧が変化し、マスクが正規の位置検出点を隠すことになり、これにより誤位置検出が起こり、最悪脱調、停止を招くことになる。

【0007】さらに、例えば空気調和機のコンプレッサ等の場合には大別して位置検出誤差やリップルトルク等による回転ムラの回転変動と、圧縮動作による回転数同期の変動とがあり、後者の方は概ね定期的に発生する変動(脈動)と言える。この負荷脈動を抑えるには、回転変動を検出してブラシレスモータ4の印加電圧の補正パターンを推定すればよく、しかも印加電圧が一定時であればその補正パターンを利用することができる。しかし、例えば入力交流電源(AC電圧)の変動があると、その補正パターンでは負荷脈動を抑えることができないだけでなく、トルク制御により逆に振動が発散し、つまり補正パターンの推定処理に不具合が生じることにもなり、結果ブラシレスモータ4の脱調、停止を引き起こすことになる。

【0008】この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的は脈動が存在する負荷状況下において、補正パターンの推定処理による不具合を生じることなく、適切に負荷脈動を相殺する一方、脱調や停止なしに安定したモータ駆動を行うことができ、ひいては振動や騒音を抑え、安定に円滑な回転制御を行うことができるようにしたブラシレスモータの制御方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため

に、この発明はブラシレスモータの非通電相の電機子巻線に発生する誘起電圧を用いて同ブラシレスモータの回転子の位置を検出し、該位置検出をもとにして前記ブラシレスモータの電機子巻線の通電を切り替える一方、前記位置検出間隔(区間)毎に負荷脈動に応じた補正パターンの値を推定し、該補正パターンにより前記ブラシレスモータの印加電圧を補正し、前記ブラシレスモータを回転制御するブラシレスモータの制御方法であって、前記負荷脈動の変化分により前記補正パターンの収束状態を検出するとともに、各区間の変動分(補正パターンの値)の絶対値について所定区間数の平均値を算出し、該平均値を前記収束状態の評価値とし、該評価値が所定値より小さいときには少なくとも前記推定補正パターンによる印加電圧の補正を停止するようにしたことを特徴としている。

【0010】この場合、前記推定補正パターンによる印加電圧の補正を停止したときには、前記推定補正パターンに現在の印加電圧と過去の印加電圧との比を乗じて同推定補正パターンを調整し、該調整補正パターンにより前記印加電圧を補正するとよい。

【0011】前記ブラシレスモータの回転数が推移中であるときには前記推定補正パターンを調整し、該調整補正パターンにより前記印加電圧を補正するとよい。また、前記推定補正パターンあるいは調整補正パターンを得る際に前記印加電圧を記憶する一方、前記推定補正パターンの調整は現在の印加電圧と前記過去の印加電圧(記憶している印加電圧)との比を同推定補正パターンに乘じてなるとよい。

【0012】前記ブラシレスモータの負荷が緩やかに変動しているときには前記補正パターンを推定して前記印加電圧を補正し、前記負荷が急激に変動しているときには前記補正パターンを調整して前記印加電圧を補正するとよい。

【0013】前記ブラシレスモータの印加電圧あるいは当該装置のAC電圧の変動が小さく、前記回転数が安定し、かつ、前記補正パターンが収束状態にないときには、前記補正パターンの推定処理を実行するとよい。

【0014】前記ブラシレスモータの印加電圧(当該装置のAC電圧の変動も含む)が小さく、前記ブラシレスモータの回転数が安定し、前記補正パターンが収束状態にないの3つという条件のうち、少なくとも1つの条件を満足しないときには前記補正パターンに現在の印加電圧と過去の印加電圧との比を乗じて同補正パターンを調整するとよい。

【0015】前記処理は予め設定した時間間隔で行うとよい。前記ブラシレスモータの回転数が予め設定した範囲外にあるときには、あるいは前記ブラシレスモータの回転数が低回転数時にないときには前記処理を行わないようにするとよい。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図 1 ないし図 4 を参照して詳細に説明する。なお、図 1 中、図 5 と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この発明のブラシレスモータの制御方法は、1 回転中の脈動を相殺するための補正パターンを推定して印加電圧を補正する一方、入力交流電源（AC 電圧）の変動等に対しては補正パターンを調整し、補正パターンの推定処理および補正パターンの調整処理の切り替えを最適に切り替え、かつその処理を適切に行うことが必要であり、これによって円滑に安定したモータ駆動が可能になることに着目したものである。

【0017】例えば、補正パターンの推定処理はブラシレスモータ 4 の回転変動を検出して印加電圧を補正する値を算出するが、回転変動の差分をもとにして補正パターンを生成して脈動を相殺する方法を採用する。また、補正パターンの調整処理は AC 電圧の変動等に対して前記手法により生成した補正パターンに印加電圧の変動比（現在の印加電圧／過去の印加電圧）を乗じ、推定補正パターンの振幅を調整し、トルク制御電圧を調整する方法を採用する。

【0018】ところで、補正パターンの推定処理にあつては、1 回転中の脈動を相殺するための補正電圧値を区間毎に算出し、この補正電圧値により現 PWM 波形の電圧幅を補正し、脈動を相殺する。このようにして、回転変動（回転脈動）の変化分を補正パターンの原形として補正電圧を発生するため、脈動の形が自ずから発生する補正電圧により崩れるようなことがあると、正帰還により加振して発振し、ブラシレスモータ 4 の脱調等を招くことがある。

【0019】この現象が顕著に現れるのは、脈動を相殺した近傍であり、つまり脈動が存在しない程度になった場合である。そのため、脈動以外の速度変動、例えば位置検出誤差による変動や突発的な負荷変動において、前述した不具合が起こり、その結果推定補正パターンが乱れる。したがって、補正パターン推定処理内のアルゴリズムにおいて、自己収束させることは好ましくないため、自己収束する前に脈動収束の判定を行う。この場合、図 3 に示すように、補正パターン推定処理では、回転変動の差分をもとにして補正パターンの原形パターン（図 3 の上波形参照）を演算するが、推定処理が逐次的に進むと、そのパターンは 0 に近づく。そこで、補正パターンの任意の区間（例えば 1 2 区間）の値の絶対値（図 3 の下波形参照）を平均化し、これを下記数 1 の式で得て評価値 e とする。

【0020】

【数 1】

$$e = \left(\sum_{n=0}^{M-1} P_n \right) / M$$

P_n ; 回転脈動パターン（補正パターン）

M ; 区間数、添字 $0 \sim M-1$

【0021】この式においては収束が進めば、 e は 0 に近づく。この評価値 e と予め設定した基準値 c (> 0) とを比較し、 $e < c$ であれば、脈動収束と見なして当該補正パターンの推定を停止する。また、補正パターンの推定中に、何等かの外乱によって原形パターンに狂いが生じ、例えば回転数指令の変更、AC 電圧の変動および平均負荷の変動がその狂いを生じさせる。

【0022】回転数指令の変更に関しては、図 4 に示すような現象として考えられる。図 4 において、PWM 矩形波のオン波形が 2 パルス分示されており、回転数指令が上昇となった場合について説明する。負荷脈動を相殺する補正パターンの値（補正電圧）は回転数の上昇とともに増加する傾向にあるため、直流電圧成分（モータを定回転で駆動する電圧）の増加に伴い、脈動補正電圧成分も増加させればよい。したがって、AC 電圧の変動と同様の処理で対処可能であることから、補正パターンの調整処理で行える。すなわち、過去の印加電圧と現在の印加電圧との比により推測補正パターンの振幅を調整する。

【0023】AC 電圧の変動（印加電圧にかかわる変動）に関しては、前述した補正パターンの調整処理で行えばよい。平均負荷値の変動に関しては、極めて緩やかに平均負荷（脈動や他の変動を含めた平均負荷）が推移している場合補正パターンの推定処理で行える。しかし、その平均負荷が急激に変化する場合印加電圧にその影響が現れ、すなわち定回転制御ループによる影響が現れる。そこで、回転数指令の変更および AC 電圧の変動の場合と同様に、補正パターンの調整処理で行えばよい。

【0024】そのため、図 1 に示すように、この発明のブラシレスモータの制御方法が適用される制御装置は、図 6 に示す制御回路 6 の機能の他に、前述した処理を実行する制御回路（マイクロコンピュータを含む）10 を備えている。具体的に説明すると、制御回路 10 は、位置検出回路 5 からの位置検出信号により位置検出区間（区間）時間を区間時間測定部 10 a で計測し、この計測区間時間をもとにして通電切替時間計算部 10 b で次の通電切り替えタイミングを算出する一方、回転数調整部 10 c で指令回転数となるように PWM 波形の幅（電圧値）を可変し、前記通電切り替えタイミングおよび PWM 波形の可変幅により PWM 波形発生部 10 d で PWM 波形の駆動信号を発生して駆動回路 7 に出力する。すなわち、従来同様に、ブラシレスモータ 4 の回転数を指令値に制御するためである。

【0025】また、制御回路 10 は、回転数調整部 10

cで調整した電圧値を記憶する過去電圧ストア部10eと、この記憶した電圧値と現調整電圧値とを比較する比較部10fと、現在の電圧値と前記過去電圧ストア部10eに記憶している過去の電圧値との比をもとにして補正パターンを調整するためのパターン振幅調整部10gと、前記区間時間測定部10aで測定した区間時間をもとにして1回転中の脈動を相殺するため補正パターンを推定するパターン推定部10hと、前記区間時間測定部10aで測定した区間時間をもとにして得た回転数と回転数指令値との比較により回転数の安定状態をチェックする回転数安定化チェック部10iと、前記パターン推定部10hで推定した補正パターンの収束状態を前記演算結果eとcとの比較によって監視するパターン収束チェック部10jと、前記比較部10eにおける比較結果、前記回転数安定化チェック部10iおよびパターン収束チェック部10jにおけるチェック結果の論理和をとるアンド部10kと、このアンド部10kの出力により少なくともパターン振幅調整処理に切り替わる切替部10lと、この切替部10lを介して補正パターンあるいは調整された補正パターン（例えば1回転分のパターン（電圧値））を保存するパターン保存バッファ10mと、このパターン保存バッファ10mに保存された電圧値（正あるいは負の電圧値）を前記回転数調整部10cで調整した電圧値に加算する加算部10nとを備えている。

【0026】次に、前記構成の制御装置の動作を図2のフローチャート図を参照して詳しく説明する。まず、制御回路10は、トルク制御オンの回転数であるか否かを判断する（ステップST1）。例えば、ブラシレスモータ4の起動時、あるいは回転数が目標回転数（指令回転数）に達していないときにはトルク制御オフとし、当該ルーチンの実行を行わない。また、トルク制御の不必要な回転数時には、トルク制御オフとし、つまり当該ルーチンを実行しないようにしてもよい。すなわち、回転数の上昇に伴い、制御回路10のマイクロコンピュータの計算速度が必要になるため、その能力を他の処理（例えば通電切り替え時間の算出処理等）に回せるからである。

【0027】そして、ブラシレスモータ4の回転数が指令回転数に達すると、脈動を相殺するためにトルク制御オンにしてステップST2に進み、補正パターンの更新時間であるか否かを判断する。これは、前述した補正パターン推定処理あるいは補正パターン振幅調整処理によって得た補正パターンにより、印加電圧を補正した場合にその補正の効果が発揮し、更新後の過渡状態が安定してから、次の補正パターンを得るためである。なお、この更新時間が予め設定した時間間隔であってもよい。

【0028】続いて、補正パターンが収束しているか否か、つまり前述した $e < c$ の条件を満足しているか否かを判断する（ステップST3）。 $e < c$ でなければ、補

正パターンが収束していないことから、切替部10lをパターン推定部10h側のままとしてステップST4に進み、AC電圧が変動しているか否かを判断する。このAC電圧の変動の判断は、現在の電圧（調整した電圧）と過去の電圧とを比較し、その比較結果が所定値以下であるときには（つまり小さいときには）、AC電圧に変動が生じていないとする。この場合、前述同様に、切替部10lをパターン推定部10h側のままとする。

【0029】AC電圧が変動していないときには、ステップST5に進み、現在の回転数が安定しているか否か、つまり定回転で回転しているか否かを判断する。これは、現在の回転数と指令（回転数指令値）との比較結果、つまりその差が大きいときには安定しておらず、その差が小さいときには安定していると判断する。現在の回転数が安定しているとき、つまり出力PWM駆動信号のPWM幅を可変して回転数を指令値に合わせることににより、ブラシレスモータ4が定回転制御されているときには、切替部10lをパターン推定部10h側のままとしステップST6に進み、パターン推定処理を実行することになる。

【0030】この補正パターン推定処理では、補正パターン処理では、前述したように1回転中の脈動を相殺するための補正電圧値を区間毎に算出し、これら補正電圧値の補正パターンをパターン保存バッファ10mにストアする（ステップST3）。このストアした補正パターンにより現PWM波形の電圧幅を補正することから、脈動を相殺することができる。また、ステップST2による更新時間毎に前記補正パターンが更新されることになるため、脈動の相殺を速やかに行うことができる。このとき、ステップST3ないしST5のうち、1つの条件によっても切替部10lを補正パターン振幅調整部10g側に切り替え、補正パターン振幅調整処理を実行する（ステップST7）。

【0031】ステップST3において、補正パターンが収束していると判断したとき、つまり $e < c$ の条件を満足したときには補正パターンを推定せず、現在の補正パターンを調整する。なお、補正パターンがほぼ収束していることから、補正パターン振幅調整処理を実行せず、つまりスキップしてもよい。また、ステップST4において、AC電圧が変動したと判断したとき、つまり現在の印加電圧と過去の印加電圧との差が所定値より大きいときには、現在の補正パターンを調整する。すなわち、現在の印加電圧と過去の印加電圧との差が所定値より大きいということは、AC電圧の変動だけでなく、負荷の急激な変動が起こっているからである。この場合、現在の補正パターンを調整することにより、その変動に対して速やかな対応することができる。さらに、ステップST5において、回転数が安定でないと判断したとき、つまり例えば回転数の変更指令により、回転数が推移中であるときには、現在の補正パターンを調整する。すなわ

ち、新たな補正パターンを推定すると（補正パターンを更新すると）、その補正パターンは脈動を相殺するものでなく、回転数の推移を相殺するものになってしまうからである。

【0032】前記補正パターンを調整するための補正パターン振幅調整処理では、補正パターンの振幅を変える電圧値を算出し、その算出電圧値をパターン保存バッファ10mにストアする。すなわち、前述したように、現在の印加電圧／過去の電圧の演算値を現推定補正パターン（1回転分の各区間）に乗じて調整補正パターンを得、これを補正パターンとしてパターン保存バッファ10mにストアする。このストアした電圧により現PWM波形の電圧幅を補正する。したがって、ステップST3において補正パターンが収束していると判断した場合、補正パターンの推定を行わず、つまり自己収束を止めることになり、しかも現在の印加電圧／過去の電圧の演算値がほぼ1となることから、補正パターンはほぼ現推定補正パターンと同じになり、当該処理に不具合が生じることもない。つまり、補正パターンにより脈動がほぼ相殺された場合、例えば僅かな回転数の変動を脈動として更新補正パターンに反映し、その補正パターンが乱れるが、現推定補正パターンが現在の印加電圧／過去の電圧の演算値で調整するからである。

【0033】また、ステップST4においてAC電圧が変動していると判断した場合も、脈動を相殺する補正パターンが崩れることもない。つまり、現在の印加電圧／過去の電圧の演算値を現推定補正パターンに乗じて補正パターンとすることからである。さらに、ステップST5において、回転数が安定していないと判断した場合も、図4をもとにして説明したように、現在の印加電圧／過去の電圧の演算値を現推定補正パターンに乗じることにより、直流電圧成分を可変するとともに、脈動補正電圧成分も可変することができ、つまり例えば回転数指令値の変更に応じて印加電圧を調整（補正）することができる。

【0034】このように、脈動を相殺する一方、AC電圧の変動や回転数の不安定状態や当該処理による収束に対してその脈動相殺のための補正パターンを振幅調整し、またその補正パターンの推定処理および同補正パターンの振幅調整処理の切り替えを適切に行い、振動や発散等を起こすことなく、円滑に安定したモータ制御を行うことができる。また、前記ブラシレスモータ4を空気調和機のコンプレッサ等に用いれば、空気調和機の品質向上を図ることができる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、このブラシレスモータの制御方法の請求項1記載の発明によると、ブラシレスモータの非通電相の電機子巻線に発生する誘起電圧を用いて同ブラシレスモータの回転子の位置を検出し、該位置検出をもとにして前記ブラシレスモータの電機子

巻線の通電を切り替える一方、前記位置検出間隔（区間）毎に負荷脈動に応じた補正パターンの値を推定し、該補正パターンにより前記ブラシレスモータの印加電圧を補正し、前記ブラシレスモータを回転制御するブラシレスモータの制御方法であって、前記負荷脈動の変化分により前記補正パターンの収束状態を検出するとともに、各区間の変動分（補正パターンの値）の絶対値について所定区間数の平均値を算出し、該平均値を前記収束状態の評価値とし、該評価値が所定値より小さいときには少なくとも前記推定補正パターンによる印加電圧の補正を停止するようにしたので、脈動が存在する負荷状況下において、補正パターンの収束によって補正パターン推定処理による不具合を生じることなく（自己補正電圧による振動、発振を防止し）、適切に負荷脈動を相殺する一方、脱調や停止なしに安定したモータ駆動を行うことができ、ひいては振動や騒音を抑え、安定に円滑な回転制御を行うことができるという効果がある。

【0036】請求項2記載の発明によると、請求項1において前記推定補正パターンによる印加電圧の補正を停止したときには、前記推定補正パターンに現在の印加電圧と過去の印加電圧との比を乗じて同推定補正パターンを調整し、該調整補正パターンにより前記印加電圧を補正するようにしたので、請求項1の効果に加え、補正パターン推定処理および補正パターンの調整処理（補正パターン振幅調整処理）を適切に切り替えることができ、また補正パターンの調整処理により振動、発振を防止することができる。

【0037】請求項3記載の発明によると、請求項1において前記ブラシレスモータの回転数が推移中であるときには前記推定補正パターンを調整し、該調整補正パターンにより前記印加電圧を補正するようにしたので、請求項1の効果に加え、補正パターンの誤推定処理（適切でない推定処理）による振動を防止することができる。

【0038】請求項4記載の発明によると、請求項3において前記推定補正パターンあるいは調整補正パターンを得る際に前記印加電圧を記憶する一方、前記推定補正パターンの調整は現在の印加電圧と前記過去の印加電圧（記憶している印加電圧）との比を同推定補正パターンに乗じてなるので、請求項3の効果に加え、補正パターンの誤推定処理（適切でない推定処理）による振動を確実に防止することができるという効果がある。

【0039】請求項5記載の発明によると、請求項1において前記ブラシレスモータの負荷が緩やかに変動しているときには前記補正パターンを推定して前記印加電圧を補正し、前記負荷が急激に変動しているときには前記補正パターンを調整して前記印加電圧を補正するようにしたので、請求項1の効果に加え、補正パターンを負荷変動に応じて適切に調整することができ、ひいては請求項4の効果と同様に振動を確実に防止することができる。

【0040】請求項6記載の発明によると、請求項1において前記ブラシレスモータの印加電圧あるいは当該装置のAC電圧の変動が小さく、前記回転数が安定し、かつ、前記補正パターンが収束状態にないときには、前記補正パターンの推定処理を実行するようにしたので、請求項1の効果に加え、適切な補正パターンを得ることになり、負荷脈動を適切に相殺することができる。

【0041】請求項7記載の発明によると、請求項1において前記ブラシレスモータの印加電圧（当該装置のAC電圧の変動も含む）が小さく、前記ブラシレスモータの回転数が安定し、前記補正パターンが収束状態にないという3つの条件のうち、少なくとも1つの条件を満足しないときには前記補正パターンに現在の印加電圧と過去の印加電圧との比を乗じて同補正パターンを調整するようにしたので、請求項1の効果に加え、補正パターンを適切に調整することになり、振動を確実に防止して負荷脈動を適切に相殺することができる。

【0042】請求項8記載の発明によると、請求項1、2、3、4、5、6または7において前記処理は予め設定した時間間隔で行うようにした請求項1、2、3、4、5、6または7記載の効果に加え、補正パターンによる負荷相殺動作が安定してから次の補正パターンを推定することになり（補正パターンを更新することになり）、負荷相殺を適切に行うことができる。

【0043】請求項9記載の発明によると、請求項1、2、3、4、5、6、7または8において前記ブラシレスモータの回転数が予め設定した範囲外にあるときには、あるいは前記ブラシレスモータの回転数が低回転数時でないときには前記処理を行わないようにしたので、請求項1、2、3、4、5、6、7または8記載の効果に加え、例えば回転数の上昇時にあつては、マイクロコンピュータの高速演算を必要とするが、マイクロコンピュータの補正パターン推定を行わないことから、それを他に必要な演算に回すことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

*

*【図1】この発明の一実施の形態を示し、ブラシレスモータの制御方法が適用される制御装置の概略的ブロック線図。

【図2】図1に示す制御装置の動作を説明するための概略的フローチャート図。

【図3】図1に示す制御装置の動作を説明するための概略的補正パターン図。

【図4】図1に示す制御装置の動作を説明するための概略的PWM矩形波図。

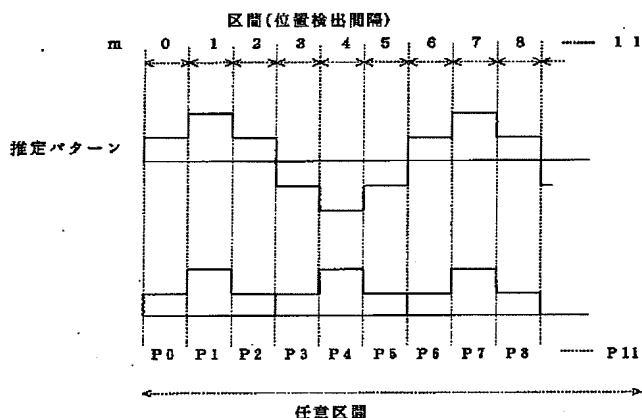
10 【図5】従来のブラシレスモータの制御装置の概略的ブロック線図。

【図6】図5に示す制御装置の動作を説明するための概略的電圧波形図。

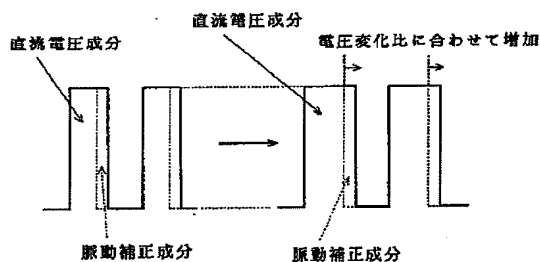
【符号の説明】

- 1 交流電源（AC電圧の電源）
- 2 AC/DC変換部
- 3 インバータ部
- 4 ブラシレスモータ（センサレス直流ブラシレスモータ）
- 5 位置検出回路
- 6, 10 制御回路（マイクロコンピュータ）
- 10a 区間時間測定部
- 10b 通電切替計算部
- 10c 回転数調整部
- 10d PWM波形発生部
- 10e 過去電圧ストア部
- 10f 比較部
- 10g パターン振幅調整部
- 10h パターン推定部
- 10i 回転数安定化チェック部
- 10j パターン収束チェック部
- 10k 論理和部
- 10l 切替部
- 10m パターン保存部
- 10n 加算部

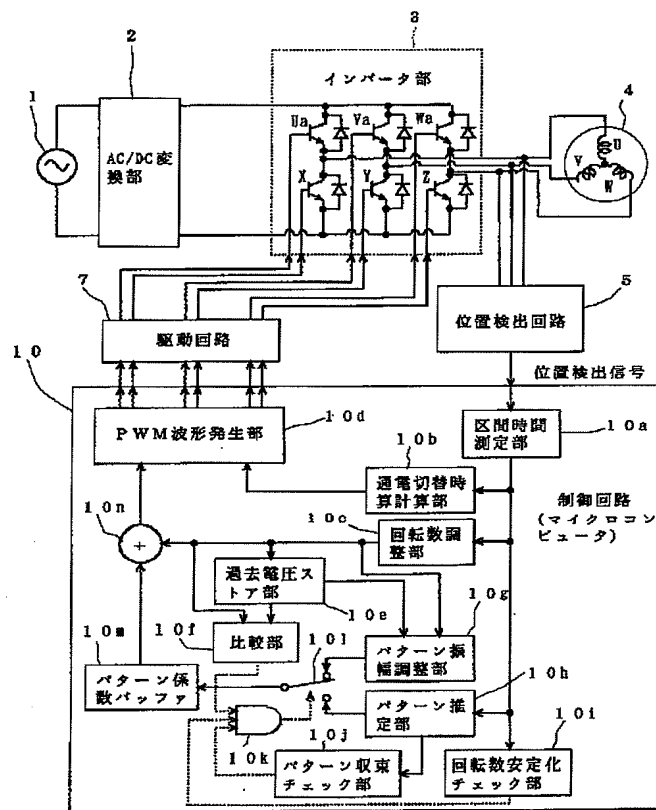
【図3】



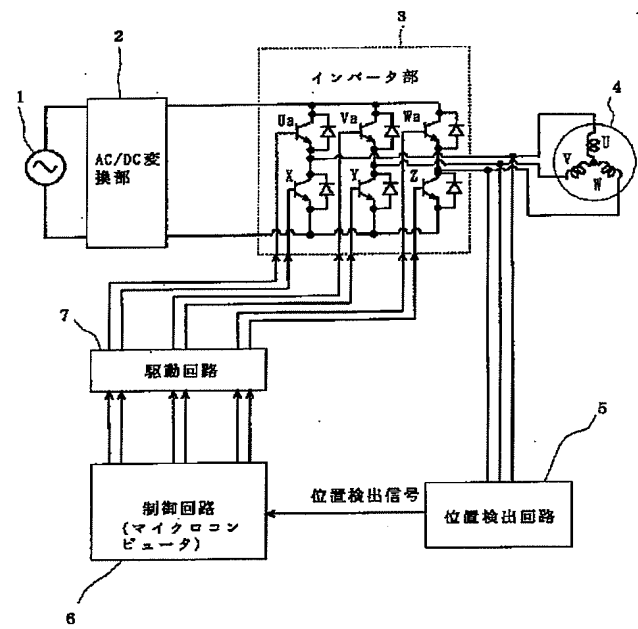
【図4】



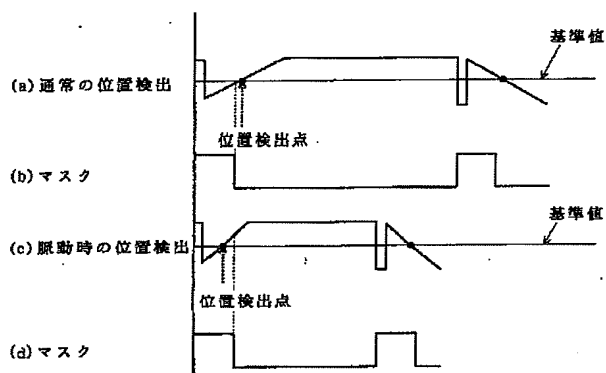
【図1】



【図5】



【図6】



【図2】

